

Задачи III тура олимпиады по химии 2004/2005 г.г.

12 класс

1. Очень активный металл **A** был открыт только в 1861 г. Бунзеном по двум темно-красным линиям спектра. По этим линиям спектра и произошло название металла **A**. При горении металла **A** на воздухе образуется трехатомное соединение **B**, реагирующее с металлом **A** с образованием трехатомного соединения **C**. При восстановлении соединения **C** водородом образуются легко диссоциирующее соединение **D** и соединение **I**. При реакции соединения **I** с водой образуются водород и соединение **D**. При реакции соединения **B** как с водой, так и с серной кислотой образуются простое вещество **X** и соединение **Q**. Простое вещество **X** образуется и при разложении соединения **Q**. При реакции соединения **B** с водой получают еще и соединение **D**, а с H_2SO_4 - соединение **E**. При реакции соединения **E** с гидроксидом бария получаем соединение **D**. При реакции соединения **D** с углекислым газом образуется кислая соль **F**, при реакции с карбонатом аммония - соответствующая кислой соли **F** средняя соль **G**. При реакции соли **G** с йодоводородом образуется бинарное соединение **H**, в котором содержание металла **A** равно 40,25%.

- a) Докажите расчетами металл **A**; напишите его символ и название. (1,5)
 b) Напишите формулы и названия веществ **B, C, D, E, F, G, H, I, X** и **Q**. (5)
 c) Напишите уравнения реакций: i) $\rightarrow B$, ii) $\rightarrow C$, iii) $C \rightarrow D$, iv) $I \rightarrow D$, v) $B + H_2O \rightarrow$, vi) $B + H_2SO_4 \rightarrow$, vii) $Q \rightarrow X$, viii) $E \rightarrow D$, ix) $D \rightarrow F$, x) $D \rightarrow G$, xi) $G \rightarrow H$. (5,5) **126**

2. В хранилище радиоактивных веществ имеется ампула с 10,0 г белого оксида самария (Sm_2O_3). Активность препарата равна 89,2 Бк/1 г (Бк – беккерель; одно разложение в секунду). Радиоактивность обусловлена изотопом самария ^{147}Sm ($\tau_{1/2} = 1,06 \cdot 10^{11}$ лет). С момента получения Sm_2O_3 прошло ровно 5 лет (в году 365,25 дня); в препарате в момент получения не было радиоактивных изотопов других элементов.

- a) Через сколько лет распадется 10% от начального числа радиоактивных атомов?(2)
 b) Рассчитайте, сколько процентов от первоначального количества радиоактивного вещества (100%) осталось по прошествии 5 лет. (1)
 c) Используя результат, полученный в пункте b), рассчитайте приблизительное содержание изотопа ^{147}Sm в самарии. (4)
 d) Рассчитайте приблизительное число разложившихся ровно в течение 5 лет ядер изотопа ^{147}Sm в 10,0 граммах оксида самария $k \cdot t = \ln(c_0/c_t)$ (2)

Примечание: Если одна из величин по сравнению с другими ничтожно мала, то можно решать в приближении **96**

3. У оптически активной α -аминокислоты **X** ($C_4H_8NO_2Cl$) - два центра хиральности. В реакции соединения **X** с раствором NaOH образуется соединение **Y**, в составе которого нет ни хлора, ни натрия. Спектр соединения **Y** указывает на наличие в молекуле внутримолекулярной водородной связи. При реакции соединения **X** с избытком NaOH образуется соединение **Z** ($C_4H_8NO_3Na$). Обозначим S,S-изомер соединения **X** символом **SX**. При восстановлении соединения **SX** реагентом $NaBH_4$ образуется соединение **M**. В реакции замещения с помощью PCl_5 из соединения **M** получают соединение **N**.

- a) Нарисуйте проекции Фишера для соединений **X, Y** и **Z**, звездочкой (*) обозначив центры хиральности. (4)
 b) Нарисуйте графическую формулу молекулы **Y**, указав внутримолекулярную водородную связь. (1)
 c) Объемными структурными формулами (--- , \cdots)напишите схему реакции $SX \rightarrow M \rightarrow N$ (3) **86**

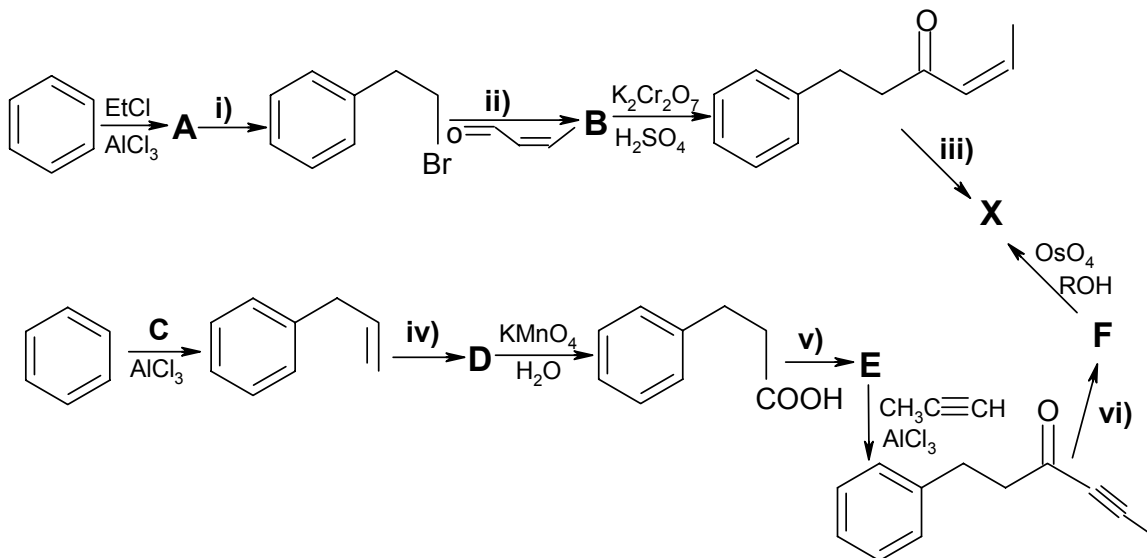
4. Лучшее средство для удаления ржавчины со стальных изделий - раствор ортофосфорной кислоты. Устранение оксидного слоя происходит с намного большей скоростью, чем реакция металла с ортофосфорной кислотой. Ионы железа(III) осаждаются как в виде гидроксида железа, так и фосфата железа. Значения констант диссоциации H_3PO_4 : $K_1 = 7,52 \cdot 10^{-3}$ М; $K_2 = 6,31 \cdot 10^{-8}$ М; $K_3 = 1,26 \cdot 10^{-12}$ М. Степень диссоциации в 0,1000 М H_3PO_4 : $\alpha_3 = 3,3 \cdot 10^{-17}$; $ПР(FePO_4) = 10^{-21,9}$, $ПР(Fe(OH)_3) = 10^{-37,4}$

- a) Напишите ионные уравнения: **i)** $Fe_2O_3 + H^+ \rightarrow$; **ii)** $Fe + H^+ \rightarrow$; **iii)** $Fe^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow$; **iv)** $Fe^{3+} + OH^- \rightarrow$ *Примечание: H^+ получают из ортофосфорной кислоты.* (2)
b) Рассчитайте значение pH **i)** 0,100 М раствора H_3PO_4 и **ii)** $1 \cdot 10^{-8}$ М раствора H_3PO_4 с точностью, соответствующей точности концентрации. Обоснуйте расчеты! (4)
c) Рассчитайте $[Fe^{3+}]$, если осадок $FePO_4$ находится в равновесии **i)** с чистой водой и **ii)** с 0,100 М раствором H_3PO_4 . (4) **10 б**

5. Препараты, изготовленные на основе элемента **A**, тысячелетиями используются в медицине. Одним из первых лекарственных препаратов был минерал ярко-красного цвета, который является бинарным соединением элемента **A** с элементом **B**. Порядковый номер элемента **B** в 5 раз отличается от порядкового номера элемента **A**. Элемент **A** получают при нагревании соединения **AB** в токе воздуха при $360^\circ C$. Выделяется бесцветный газ **C** с резким запахом. При восстановлении элемента **B** натрием образуется соединение **D**. При реакции соединения **D** с газом **C** образуется соединение **E**, а также элемент **B** в виде простого вещества. Соединение **E** кристаллизуется с 5 молекулами воды, его используют как в иодометрии, так и в качестве противоядия при отравлении цианидом. В реакции растворимых солей элемента **A** со щелочами получают оксиды **F** и **G**. Молярная масса оксида **F** составляет 51,9% от молярной массы оксида **G**.

- a) Напишите формулы (символы) и названия веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** и **G**. (3,5)
b) Напишите уравнения реакций: **i)** $AB \rightarrow A + C$; **ii)** $B + Na \rightarrow D$; **iii)** $D + C \rightarrow E + B$; **iv)** $E + I_2 \rightarrow NaI + \dots$; **v)** $KCN + E \rightarrow KSCN + \dots$; **vi)** нитрат **A** + NaOH \rightarrow **F**; **vii)** нитрат **A** + NaOH \rightarrow **G**; (7)
c) Рассчитайте молярные массы оксидов **F** и **G**. (0,5) **11 б**

6. Схема синтеза 4,5-дигидрокси-1-фенилгексан-3-она (**X**) имеет вид:



Соединения **C** и **E** содержат хлор. В реакциях используются реагенты:

Mg; OsO_4/ROH ; $SOCl_2$; $H_2/Pd(BaSO_4)$; $Br_2/h\nu$; 1. B_2H_6 , 2. $H_2O_2/NaOH$.

- a) Напишите графические структурные формулы веществ **A** – **F**. (6)
b) Напишите реагенты **i)** – **vi)**. (3)
c) Напишите графическую структурную формулу соединения **X**. (1) **10 б**